

Purwarupa Sistem *Conveyor Scale* Berbasis *Loadcell*, PLC, dan Protokol MQTT dan Analisisnya

*Prototype of a Conveyor Scale System Based on Loadcell, PLC, and MQTT Protocol
and its Analysis*

Dani Yudha Kusuma¹, Jans Hendry^{2*}

^{1,2}Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol, Departemen Teknik Elektro dan Informatika,
Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada

E-mail: ¹daniyudha99@mail.ugm.ac.id, ^{2*}jans.hendry@ugm.ac.id

Abstrak

Sistem *conveyor scale* berdasarkan bobot produk dan menerapkan IoT telah dikembangkan. Sistem ini menggunakan sensor *loadcell Hx711*, *photoelectric*, motor listrik, PLC, HMI, dan sistem pneumatik. Terdapat 22 produk dengan bobot berbeda yang telah diuji. Nilai batas bawah dan atas bobot ditetapkan sebesar 0.8 kg dan 1.2 kg pada menu *preset*. Hasil menunjukkan ada 20 produk yang sesuai dengan pengaturan bobot dengan total bobot 21.46 kg. Lalu, ada dua produk yang tidak lolos dengan total bobot sebesar 1.45 kg dengan rata – rata sebesar 0.72 kg. Selama proses produksi, data yang dikumpulkan melalui sistem ini ditampilkan melalui laman *website* dengan menggunakan protokol MQTT. Sistem ini diterapkan pada CV Javamas Agropos.

Kata kunci: PLC, HMI, MQTT, Hx711, *conveyor scale*

Abstract

Weight-based conveyor scale system that exploits IoT has been developed. This system uses loadcell sensors, photoelectrics, electric motors, PLC, HMI, and pneumatic systems. There are 22 products that vary in weight have been tested. The lower and upper limit values are set at 0.8 kg and 1.2 kg in the preset. The results show that there are 20 products comply with the weight settings with a total weight of 21.46 kg. Then, there were two products that did not pass with a total weight of 1.45 kg with an average of 0.72 kg. During the production process, data collected through this system is displayed via a website using the MQTT protocol. This system is applied to CV Javamas Agropos.

Keywords: PLC, HMI, MQTT, Hx711, *conveyor scale*

1. PENDAHULUAN

Pada sistem pengepakan terdapat sub sistem yang berfungsi untuk melakukan penimbangan setelah produk dikemas. Sub sistem ini disebut dengan *conveyor scale* yang digunakan untuk memindahkan benda menggunakan sabuk (*belt*) dan sekaligus melakukan penimbangan produk. Dalam sistem otomasi, timbangan yang digunakan merupakan timbangan digital yang biasanya menggunakan sensor *loadcell*. Dengan menggunakan *conveyor scale*, perusahaan menjamin bobot produk hasil pengemasan selalu seragam. Hingga sekarang, tidak sedikit industri menengah yang melakukan penimbangan produk secara manual. Sehingga potensi kerugian dalam hal waktu, tingkat kesalahan penimbangan, dan biaya produksi meningkat. Oleh karena itu, penerapan otomasi sistem pengepakan bisa menjadi pilihan. Sistem pengepakan yang dilengkapi dengan *conveyor scale* akan mempercepat proses produksi, menekan tingkat kesalahan penimbangan, sekaligus menekan biaya produksi. Bahkan, digitalisasi proses pengepakan ini dapat mendorong terciptanya proses *monitoring* dan pelaporan operasional produksi secara digital baik dengan *wireless* maupun *wired*.

Penerapan potensi dari *conveyor scale* dalam industri telah dilakukan melalui beberapa penelitian pendahulu. Sistem *conveyor* [1] mengusulkan penimbangan barang jamaah haji

dilakukan secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem *conveyor* mampu mencapai akurasi 99% pada 105 percobaan dengan rentang berat beban yang diukur antara 0,5 kg – 1,5 kg. Potensi dari penerapan *conveyor scale* telah diteliti dalam bentuk implementasi menggunakan sensor *loadcell* dan *Arduino UNO* [2]. Di dalam penelitian ini, terdapat tiga variabel yang diukur yaitu berat, tinggi, dan lebar objek dimana objek yang memenuhi syarat tertentu akan diarahkan ke pemilahan roda dua dan roda empat. Kedua penelitian tersebut diimplementasikan menggunakan mikrokontroler dimana hasil monitoring ditampilkan secara lokal.

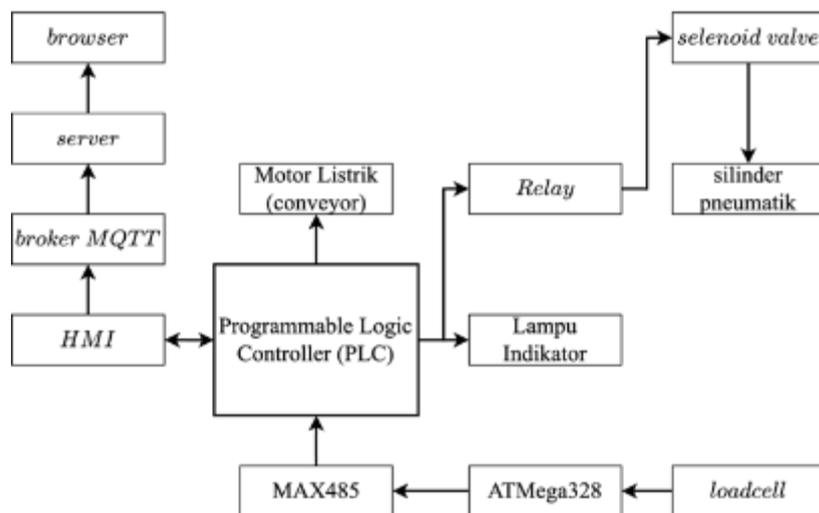
Sistem yang lebih handal dapat direalisasikan menggunakan *programmable logic controller* (PLC) karena bersifat *industrial-based*. Dalam satu dekade ini telah banyak penelitian yang terkait penerapan mikrokontroler dan/atau PLC yang memanfaatkan protokol *messaging queuing telemetry transport* (MQTT) untuk konektivitas dengan internet atau disebut dengan *internet of things* (IoT). Penelitian terkait penggunaan *load cell* dengan antarmuka *microcontroller* dan pengendalian proses menggunakan PLC pada mesin penggoreng kerupuk dilakukan oleh [3]. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan nilai selisih antara berat hasil pengukuran sensor dengan sesungguhnya yang semakin mengecil ketika berat objek semakin besar. Namun penelitian ini tidak menampilkan hasil implementasi proses produksi menggunakan sistem otomasinya dan tanpa penggunaan HMI. Sebagai acuan, artikel [4] menjadi acuan penting dalam penulisan artikel kami dalam memahami cara kerja otomasi industri dan *cloud system*. Selanjutnya, beberapa penelitian terkait *cloud-based data transfer* pada sistem berbasis PLC juga telah dilakukan. Penelitian [5] bertujuan untuk merancang *low cost IoT gateway* yang memanfaatkan protokol MQTT dan telah berhasil melakukan transfer data melalui percobaan dalam laboratorium. Penelitian [6] juga memanfaatkan protokol MQTT yang menjadi standar untuk IIOT namun memanfaatkan IBM *cloud platform* sebagai penyimpanan datanya. Penelitian [7] menguji interkoneksi antara dua PLC dengan memanfaatkan Modbus RTU dan protokol MQTT untuk transfer data. Meskipun penelitian – penelitian tersebut belum menerapkan sistemnya pada industri yang sebenarnya, namun telah mendasari penelitian kami untuk memanfaatkan protokol MQTT dalam komunikasi data melalui IoT.

Sementara itu, beberapa penelitian yang telah menerapkan PLC dan MQTT dalam kasus industri telah dilakukan. Penelitian [8] menerapkan *lightweight* MQTT pada *manufacturing execution systems* namun tidak dilengkapi dengan sistem informasi baik berbasis peramban maupun aplikasi *mobile phone*. Penelitian [9] telah merancang sistem *sorting* hingga penyimpanan pada database MySQL. Namun, informasi yang ditampilkan masih sederhana yaitu hasil *sorting* saja. Penelitian [10] yang terkait dengan *monitoring* proses sterilisasi plasma *hydrogen peroxide* pada suhu rendah telah menggunakan sistem informasi berbasis peramban yang dapat diakses secara *remote*. Informasi yang ditampilkan terbatas pada kebutuhan analisis proses saja. Fitur – fitur yang ditambahkan pada sistem informasi hingga pada *user log-in* dan *data export*. Selanjutnya, penelitian [11] yang memanfaatkan PLC, MQTT, dan Alibaba *cloud IoT* juga telah dikembangkan untuk industri pemotongan hewan. Namun, sistem yang dibangun belum mencapai sistem informasi baik yang berbasis peramban atau aplikasi *mobile*. Penelitian berikutnya yakni tentang sistem pengklasifikasian objek yang diletakkan pada *conveyor belt* berjalan telah dilakukan oleh [12]. Sistem yang mereka kembangkan lebih ditekankan pada pengembangan model *artificial intelligence* sebagai masukan pada sistem otomasi untuk seleksi objek sehingga luaran akhir dari penelitian tersebut belum mencapai sistem informasi yang informatif. Meskipun beberapa penelitian tersebut telah membangun sistem informasi otomasi yang cukup kompleks, mereka belum menjelaskan secara detail sistem informasi yang dikembangkan sebagai kelanjutan penggunaan protokol MQTT dan pemanfaatannya. Padahal informasi dari proses produksi yang dapat diakses kapan dan dari mana saja sangat membantu pemegang otoritas untuk memantau produktifitas dari perusahaan tersebut. Terlebih lagi jika sistem informasi tersebut dilengkapi dengan informasi visual seperti tabel dan grafik yang menampilkan data *realtime* dan *historical*. Selain itu, pemanfaatan teknologi IoT ini dapat memberikan *insight* kepada *user* atau pemegang otoritas tentang efektifitas teknologi otomasi yang telah diimplementasikan dalam rangkaian proses produksi.

Berdasarkan hal itu, bekerja sama dengan CV Javamas Agropos yang bergerak dalam industri pupuk tanaman, peneliti mengembangkan sistem *conveyor scale* pada jalur produksi untuk sortir produk berdasarkan bobotnya. Hingga saat ini, perusahaan tersebut masih menggunakan sistem penimbangan manual yang berpotensi memperlambat proses produksi dan kesalahan dalam penimbangan. Sistem yang dikembangkan dilengkapi dengan PLC, mikrokontroler, sensor *loadcell*, *photoelectric*, HMI, dan terhubung dengan peramban (*browser*) melalui protokol *messaging* MQTT. Konveyor digerakkan menggunakan motor listrik satu fasa, sedangkan sortir terhadap produk yang tidak sesuai kriteria bobot dilakukan oleh sistem pneumatik. Pada sisi monitoring, sistem ini mampu menampilkan data pada *browser*, yang dikembangkan dengan *framework* laravel. Proses *messaging* menggunakan protokol MQTT dengan HMI sebagai media transmisinya.

2. METODE PENELITIAN

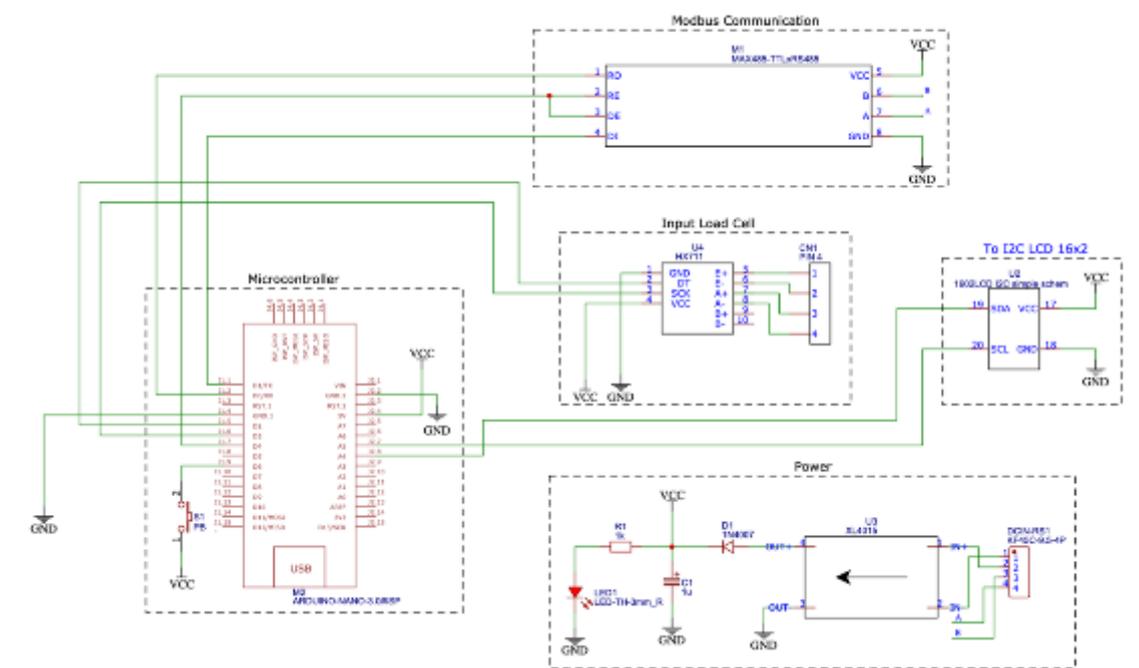
Sistem *conveyor scale* yang dibangun menerapkan diagram blok pada gambar 1. Pengendali utama pada sistem ini adalah sebuah PLC Haiwell, dengan harga yang kompetitif, dengan pin input dan *output* (I/O) digital. Komponen PLC terhubung dengan sensor sebagai input dan aktuator sebagai *output*. Input berupa sensor *loadcell* Hx711 dan *photoelectric*, sedangkan outputnya berupa motor listrik satu fasa, pneumatik, dan lampu indikator. Melalui HMI yang terhubung ke PLC, data yang dihasilkan oleh sensor dikirimkan melalui MQTT untuk ditampilkan di *browser*.



Gambar 1 Diagram blok sistem

2.1 Perancangan indikator timbangan

Programmable logic controller yang digunakan tidak memiliki I/O analog sementara *output* dari sensor *loadcell* berupa tegangan dc. Sehingga dalam sistem ini pada gambar 2, mikrokontroler ATmega328p digunakan sebagai antar muka antara PLC dan *loadcell*. Oleh mikrokontroler, data dikirimkan ke PLC melalui komunikasi Modbus RS485 menggunakan MAX485. Sensor *loadcell* Hx711 merupakan sebuah modul sensor bertegangan 5V dan dipilih karena memiliki resolusi *analog-to-digital converter* 24-bit [13]. Dengan resolusi yang tinggi, sensor lebih sensitif terhadap bobot produk yang diukur.



Gambar 2 Skema Rangkaian Indikator Timbangan

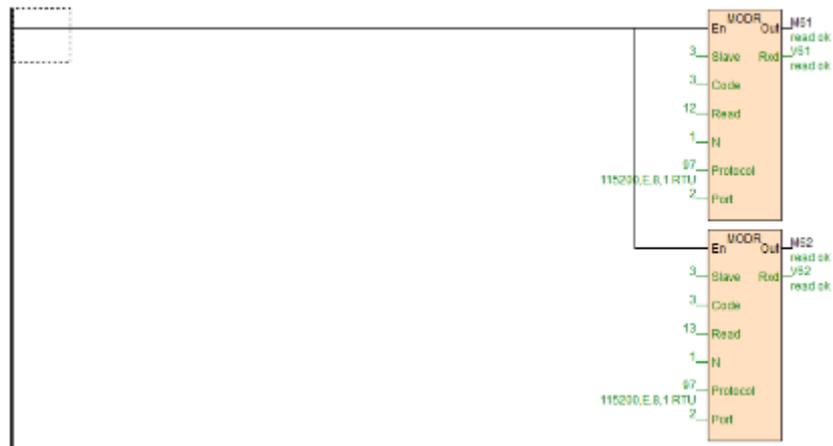
Standar satuan yang digunakan oleh sensor *loadcell* Hx711 adalah *pound* sehingga perlu diubah ke dalam kilogram. Agar mendapatkan pembacaan bobot yang akurat, sensor juga dikalibrasi dengan memberikan beban dengan bobot satu kilogram dan akan dikalibrasi secara otomatis melalui pemrograman. Persamaan kalibrasi dan konversi sensor *loadcell* dirumuskan oleh (1) [14].

$$skala = \frac{\alpha}{\omega} (1)$$

dimana α adalah faktor kalibrasi dengan nilai awal -7050 dan ω adalah faktor pengubah *pound* ke dalam kilogram yakni 0.4535, sedangkan skala merupakan unit skala yang digunakan dalam kalibrasi. Selain kalibrasi, hasil pembacaan sensor masih mengandung derau yang dapat ditapis menggunakan metode seperti Kalman filter [15] atau *exponential moving average* [16]. Namun, hanya dapat dilakukan jika *output* sensor masih berupa analog atau tegangan bukan hasil konversi seperti Hx711.

2.2 Perancangan conveyor scale pada PLC

Pada salah satu pin input digital PLC Haiwell terpasang sensor *photoelectric*. Sensor tersebut berfungsi untuk mendeteksi keberadaan produk pada *conveyor belt*. Jika bernilai *true*, maka *loadcell* mulai mengukur bobot dari produk. Pada gambar 3, terdapat *ladder diagram* untuk membaca hasil pengukuran bobot produk dari mikrokontroler melalui protokol komunikasi Modbus RS485. Modbus RS485 merupakan salah satu standar komunikasi yang digunakan dalam teknologi terkini di sistem kontrol industri [17]. Konfigurasi komunikasi Modbus RS485 yang digunakan ditampilkan pada tabel 1.



Gambar 3 Program PLC untuk komunikasi data RS485

Tabel 1 Pengaturan Modbus RS485

Properti	Nilai	Deskripsi
Slave ID	3	alamat slave mikrokontroler
Code	3	read holding register
Read	12 dan 13	alamat data kirim
Protocol	115200, E, 8, 1 RTU	baudrate, Even Parity, Start bit 8, Stop bit 1 dan Modbus RTU
Port	2	port untuk RS485
Output value	V61 dan V62	data depan dan belakang koma

Hasil pembacaan sensor *loadcell* dilanjutkan dengan proses *thresholding* yaitu penyeleksian produk berdasarkan bobot yang diatur pada HMI, yang ditampilkan pada gambar 4. Untuk value limitnya menggunakan data *address* V74 sebagai batas bawah dan V75 sebagai batas atas. Kemudian untuk melakukan perintah ke komponen *cylinder* pneumatik, yaitu dengan *instruction* LAL untuk batas bawah dan HAL untuk batas atas. Pada *instruction* LAL dan HAL tersebut terdapat *output address* yang akan menjadi *trigger* untuk *cylinder* beroperasi.



Gambar 4 Program PLC untuk *thresholding*

Diagram *ladder* pada gambar 5 menunjukkan program pada PLC yang berfungsi untuk melakukan *counting* data *confirmed* dan *rejected*. Perintah *counting* menggunakan *instruction* CTU dan perhitungan bobot total menggunakan *instruction* ADD. Bobot total (*total weight*) merupakan bobot akumulasi selama proses masih berjalan. Perintah - perintah atau *instructions* tersebut akan bekerja ketika kondisi sesuai dengan yang telah ditentukan.

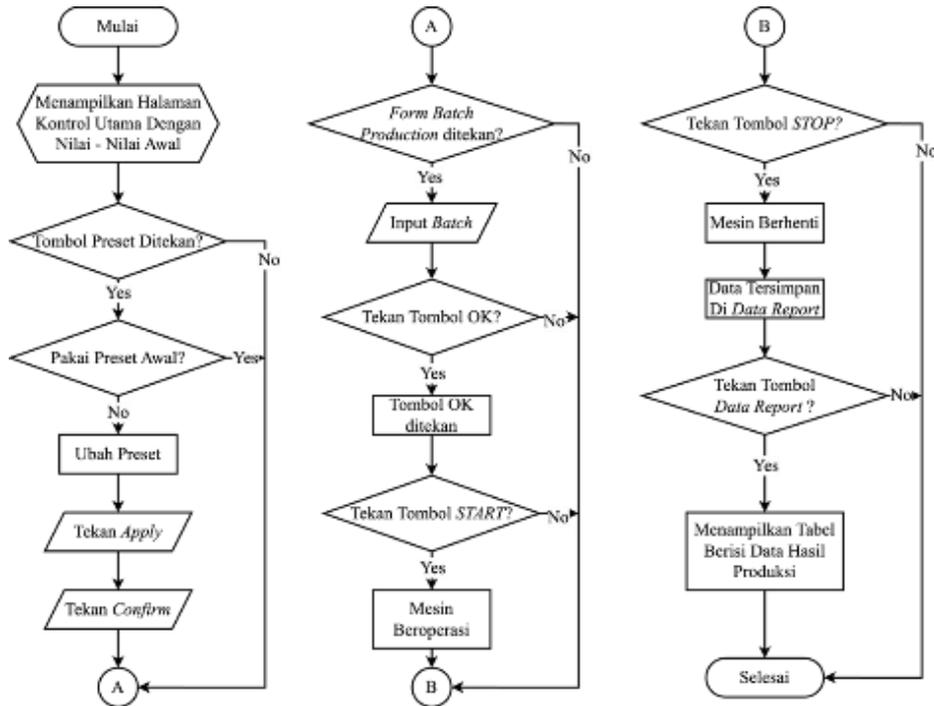


Gambar 5 Program PLC untuk bobot total dan count

2.3 Perancangan human machine interface

Antarmuka HMI dirancang berdasarkan *flow chart* pada gambar 6. Pengendalian PLC dilakukan melalui HMI. Terdapat fitur *preset* untuk mengubah pengaturan dan tombol *batch* untuk jumlah produksi. Sistem yang dirancang akan merekam data operasional dan menyimpannya untuk kebutuhan monitoring atau informasi. Data tersebut ditampilkan pada bagian *data report*. Dengan fitur *data report*, efektifitas sistem dapat dievaluasi sehingga operasi produksi selalu terawasi meskipun tidak ada operator yang berada di area *conveyor scale*.

Pada gambar 7 ditampilkan *graphical user interface* (GUI) yang telah dirancang mengikuti *flowchart* pada gambar 6. Baik *flowchart* maupun GUI telah mengikuti kebutuhan yang disampaikan oleh CV Javamas Agropos untuk memudahkan pengguna yaitu karyawan yang ditunjuk sebagai operator di masa yang datang. Perangkat lunak yang digunakan untuk merancang GUI merupakan perangkat lunak yang *compatible* dengan HMI Haiwell [18]. Pada gambar 7(a), ketika tombol *Preset* ditekan maka muncul *value* yang bisa diatur yaitu nama produk, kode produk, bobot batas bawah, dan bobot batas atas. Fitur pada laman tersebut dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Pada laman *data report*, gambar 7(c), terdapat sebuah tabel yang menampilkan data dari produksi yang telah dilakukan, antara lain waktu, *batch*, nama produk, jumlah *packaging* lolos, jumlah *packaging* tidak lolos, bobot lolos, bobot tidak lolos, rata-rata bobot lolos, dan rata-rata bobot tidak lolos. Selain itu, isi tabel tersebut dapat dipindah ke dalam bentuk *Excel* lalu dipindah ke perangkat penyimpanan eksternal seperti *flashdisc* dan *microSD* dimana fitur tersebut telah terpasang pada HMI.



Gambar 6 Flowchart pengoperasian melalui HMI



Gambar 7 Tampilan user interface HMI

Pada gambar 7(a) terdapat fitur – fitur dengan penjelasan berikut:

- *Production Indicator*
Bagian ini berfungsi untuk menampilkan dan mengatur Nama Produk, Range Berat dan *Batch Production*.
- *Confirmed Product*
Pada bagian ini ditampilkan data *confirmed product* atau produk lolos yang didapat dari hasil produksi. Data yang ditampilkan, meliputi Total Bobot, Total Lolos, dan Rata-rata Bobot.
- *Rejected Product*
Pada bagian ini ditampilkan data *rejected product* atau produk tidak lolos yang didapat dari hasil produksi. Data yang ditampilkan, meliputi Total Bobot, Total Lolos, dan Rata-rata Bobot.
- *Run Machine*
Bagian ini merupakan kontrol untuk menjalankan atau menghentikan sistem melalui HMI dengan terdapat satu tombol *START/STOP* dan indikator lampu yang menunjukkan beroperasinya sistem.
- *Real Time Weight*
Pada bagian ini ditampilkan data timbangan secara *real-time*.
- *Component Indicator*

Pada bagian ini ditampilkan beberapa lampu indikator yang berfungsi sebagai indikator keberfungsian setiap komponen sehingga kegagalan komponen langsung dapat diidentifikasi.

2.4 Broker MQTT dan Server

Pengaturan yang diberikan untuk *messaging* menggunakan protokol MQTT ditampilkan pada tabel 2. Konfigurasi ini diterapkan baik pada HMI maupun *server*. Broker MQTT yang digunakan merupakan Broker publik yang tertulis pada *server host* di tabel 2. Dengan pengaturan yang tepat, maka data yang dikirim oleh HMI dapat diterima oleh *server* untuk ditampilkan di laman *website*. Dalam sistem ini, *database* yang digunakan adalah *mySQL* dimana pengambilan data dan penyimpanan ke *database* dilakukan dengan memanfaatkan *node js*. Untuk kehandalan dan kecepatan pengiriman data pada sistem serupa, *node js* menjadi salah satu pilihan. Selain itu, komponen ini sangat sesuai untuk kondisi jaringan yang padat [19].

Tabel 2 Pengaturan MQTT

Properti	Nilai
<i>Server</i>	MQTT
<i>Project identifier</i>	Monitor
<i>Server host</i>	mqt.hivemq.com
<i>Port</i>	1883
Topik	data/monitor/report/+

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Conveyor scale, PLC, HMI, dan data report

Pada gambar 8(a) ditampilkan sistem *conveyor scale* yang kami rancang menggunakan besi untuk menimbang bobot produk yang dilanjutkan dengan meloloskan atau tidak produk tersebut ke sistem *conveyor belt* selanjutnya. Sistem *conveyor scale* ini telah dilengkapi dengan sensor *loadcell*, *photoelectric*, motor listrik sebagai penggerak *belt*, dan sistem pneumatik.

Cara kerjanya adalah ketika ada produk yang berada pada *conveyor*, maka motor listrik menyala dan menggerakkan *belt conveyor*. Ketika produk terdeteksi oleh sensor *photoelectric*, motor listrik berhenti dan *loadcell* mengukur bobot produk. Lalu sistem akan menguji bobot produk sesuai dengan pengaturan atau tidak. Komponen *cylinder* pneumatik akan aktif ketika bobot tidak sesuai dengan ketentuan dan produk dianggap tidak lolos, sedangkan produk dengan bobot sesuai akan diteruskan menuju sistem berikutnya. Pada gambar 8(b), ditampilkan *wiring* dari kontrol utama PLC.

Pada gambar 9 ditampilkan realisasi dari *box* kontrol utama dan tampilan HMI ketika uji coba sistem untuk akuisisi data. Terdapat layar HMI pada bagian atas gambar 9(a), yang dilengkapi dengan dua buah lampu indikator operasi dan *standby*. Sebuah tombol berwarna merah digunakan untuk menyalakan dan mematikan sistem. Lampu berwarna merah mengindikasikan kondisi *standby* sedangkan lampu berwarna hijau menunjukkan sistem sedang bekerja. Hasil uji coba untuk akuisisi data untuk pelaporan penelitian ini ditampilkan oleh gambar 9(b). Terdapat 22 produk diuji coba dengan langkah kerja standar yang mana proses penimbangan bobot dan mekanisme lain akan dijalankan jika sensor *photoelectric* mendeteksi keberadaan produk di hadapannya. Terdapat 22 produk dengan bobot berbeda yang telah diuji. Nilai batas bawah dan atas bobot ditetapkan sebesar 0.8 kg dan 1.2 kg pada menu *preset*. Hasil menunjukkan ada 20 produk yang sesuai dengan pengaturan bobot dengan total bobot 21.46 kg. Lalu, ada dua produk yang tidak lolos dengan total bobot sebesar 1.45 kg dengan rata – rata sebesar 0.72 kg. Dengan hasil ini, sistem *conveyor scale* dikatakan memiliki kinerja yang baik. Bobot produk yang terukur saat ini ditampilkan pada LCD 2x16 seperti pada gambar 9(c).



(a)



(b)

Gambar 8 Sistem conveyor scale



(a)



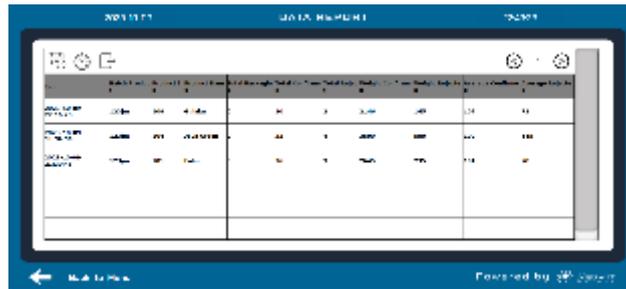
(b)



(c)

Gambar 9 Kontrol utama dan tampilan HMI ketika beroperasi

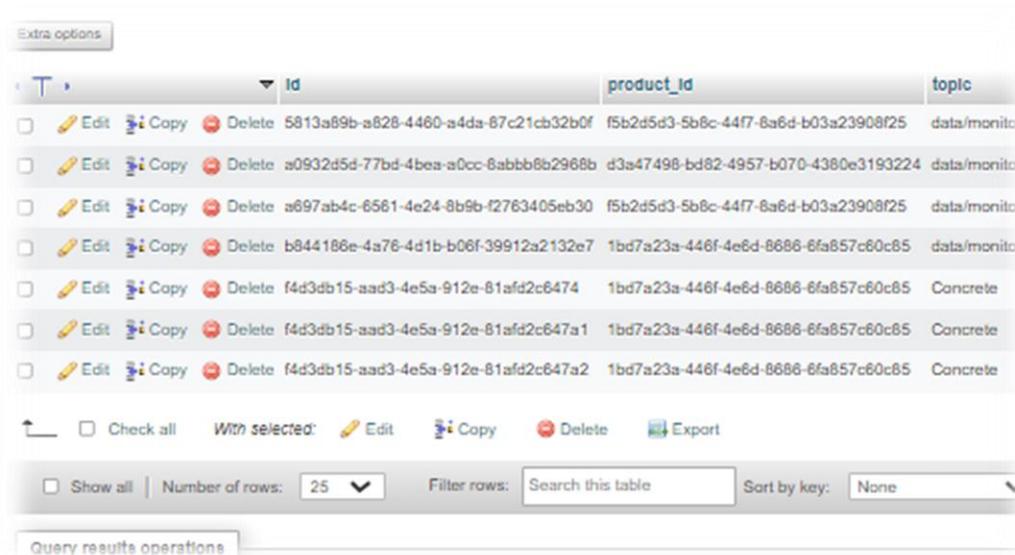
Hasil operasional sistem dapat ditampilkan dalam bentuk tabel yang disebut *data report*. Data ini dapat ditampilkan kapan pun tanpa menghentikan operasional sistem. Di dalam *data report* ini terdapat beberapa informasi seperti waktu, *batch*, nama produk, *total confirmed*, *total rejected*, *total weight confirmed*, *total weight rejected*, *average confirmed*, dan *average rejected*. Salah satu contoh yang dihasilkan oleh *data report* pada HMI ditampilkan oleh gambar 10.



Gambar 10 Tampilan halaman *data report*

3.2 Database

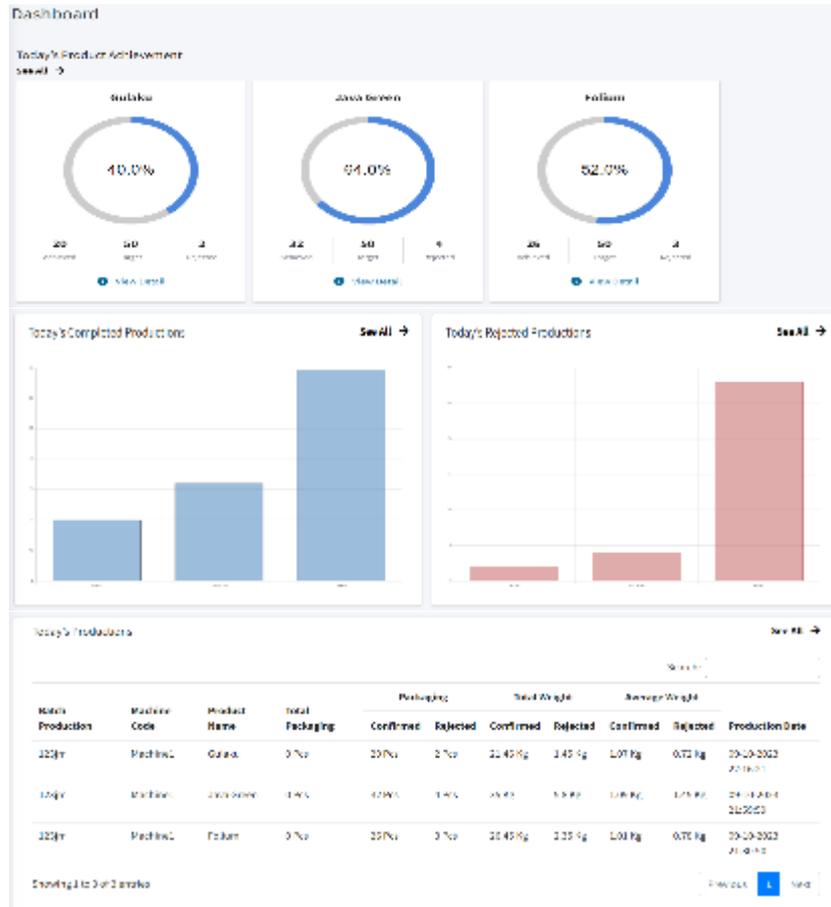
Pada gambar 11 ditampilkan *database* mySQL yang memuat data yang didapatkan dari broker MQTT dimana data tersebut sama dengan data yang ada pada tabel *data report* HMI. Data tersebut merupakan acuan utama untuk relasi tabel *database* dengan tabel yang dibuat untuk keperluan laporan lainnya, seperti *product rejected* dan *product achievement*.



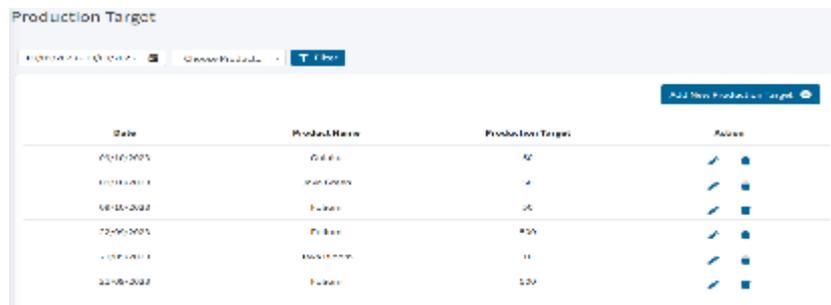
Gambar 11 Database yang menyimpan data dari HMI

3.3 Pelaporan pada laman website

Laman *website* dirancang menggunakan *platform* Laravel yang berisi informasi lengkap terkait operasional sistem. Informasi ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan dan mempercepat pengguna memahami angka – angka yang dihasilkan dari sistem. Sebuah *dashboard* dirancang untuk menampung *summary* penting yaitu jenis produk, produksi hari ini yang disertai dengan jumlah produk yang lolos dan tidak berdasarkan bobotnya. Fitur ini ditampilkan dalam bentuk diagram lingkaran, *bar chart*, dan tabel seperti pada gambar 12. Pada gambar 13, terdapat laman yang menunjukkan target produksi dimana target tersebut dapat diatur untuk hari ini dan yang akan datang. Kemudian target tampil pada halaman *dashboard* berdasarkan produk sesuai dengan pengaturan tanggal.



Gambar 12 Laman dashboard



Gambar 13 Laman target produksi

Informasi berupa *product achivement* juga disediakan dalam dua bentuk yaitu bentuk card dan tabel. Kemudian pada setiap bentuk data terdapat tombol aksi *detail* untuk melihat pencapaian produksi pada setiap produknya seperti yang ditampilkan oleh gambar 14(a) dan 14(b). Pada dasarnya tampilan laman ini sama dengan tampilan laman *dashboard* hanya saja lebih rinci karena dapat menampilkan seluruh tanggal produksi sesuai dengan *filter* data yang diterapkan.

Jumlah produksi per-*batch* dapat ditampilkan pada *website* ini seperti yang ditampilkan pada gambar 15. Pada halaman tersebut disajikan data dalam bentuk tabel yang berisi data semua produksi. Data yang ada pada tabel tersebut merupakan data yang sama dengan data yang dikirim dari HMI. Pada halaman tersebut juga terdapat *filter* data untuk mensortir data yang akan ditampilkan diantaranya rentang waktu, *batch*, dan nomor mesin.



Gambar 14 Laman *product achievement*

Batch List

September 10, 2023 10:16:09 AM - Choose batch... - Choose machine...

All Productions Download

Show 10 rows

Production Date	Batch Production	Machine Code	Product Name	Packaging		total weight		Average weight	
				Confirmed	Rejected	Confirmed	Rejected	Confirmed	Rejected
05-10-2023 22:10:21	123m	Machine1	Guluku	20 Pcs	2 Pcs	21.46 Kg	1.45 Kg	1.07 Kg	0.72 Kg
06-10-2023 21:53:50	123m	Machine1	Jawa Green	32 Pcs	4 Pcs	35 Kg	5.8 Kg	1.09 Kg	1.45 Kg
06-10-2023 15:31:50	123m	Machine1	Folam	16 Pcs	3 Pcs	26.45 Kg	2.35 Kg	1.01 Kg	0.78 Kg
05-10-2023 15:31:19	123m	Machine1	Folam	5 Pcs	3 Pcs	5.6 Kg	2.35 Kg	1.12 Kg	0.78 Kg
23-09-2023 16:27:23	123m	Machine1	Jawa Bloom	7 Pcs	4 Pcs	8.06 Kg	3.37 Kg	1.23 Kg	0.84 Kg
24-09-2023 16:08:48	123m	Machine1	Folam	22 Pcs	12 Pcs	22.98 Kg	14.04 Kg	1.00 Kg	3.07 Kg

Showing 2 to 6 of 6 rows Print Export

Gambar 15 Laman *batch list*

8. Hasil Ekspor Data

Pada gambar 16 ditampilkan contoh file *Excel* hasil dari ekspor data dari laman *production list*. Data yang diekspor tersebut merupakan data seluruh hasil produksi yang sama dengan data yang dikirim dari HMI.

Production Date	Batch Production	Machine Code	Product Name	Packaging		Weight		Average	
				Confirmed	Rejected	Confirmed	Rejected	Confirmed	Rejected
05-10-2023 22:10:21	123m	Machine1	Guluku	20 Pcs	2 Pcs	21.46 Kg	1.45 Kg	1.07 Kg	0.72 Kg
06-10-2023 21:53:50	123m	Machine1	Jawa Green	32 Pcs	4 Pcs	35 Kg	5.8 Kg	1.09 Kg	1.45 Kg
06-10-2023 15:31:50	123m	Machine1	Folam	16 Pcs	3 Pcs	26.45 Kg	2.35 Kg	1.01 Kg	0.78 Kg
05-10-2023 15:31:19	123m	Machine1	Folam	5 Pcs	3 Pcs	5.6 Kg	2.35 Kg	1.12 Kg	0.78 Kg
23-09-2023 16:27:23	123m	Machine1	Jawa Bloom	7 Pcs	4 Pcs	8.06 Kg	3.37 Kg	1.23 Kg	0.84 Kg
24-09-2023 16:08:48	123m	Machine1	Folam	22 Pcs	12 Pcs	22.98 Kg	14.04 Kg	1.00 Kg	3.07 Kg

Gambar 16 Bentuk tabel data hasil ekspor ke *Excel*

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Sebuah sistem *conveyor scale* yang komprehensif telah peneliti kembangkan bekerja sama dengan CV Javamas Agropos. Sistem ini mampu menyeleksi produk berdasarkan bobotnya. Terdapat 22 produk dengan bobot berbeda yang telah diuji. Nilai batas bawah dan atas bobot ditetapkan sebesar 0.8 kg dan 1.2 kg pada menu *preset*. Hasil menunjukkan ada 20 produk yang sesuai dengan pengaturan bobot dengan total bobot 21.46 kg. Lalu, ada dua produk yang tidak lolos dengan total bobot sebesar 1.45 kg dengan rata – rata sebesar 0.72 kg. Dengan hasil ini, sistem *conveyor scale* dikatakan memiliki kinerja yang baik. Selama dalam proses produksi, pengawasan dilakukan jarak jauh melalui laman *website* dengan menggunakan protokol MQTT. Di masa yang akan datang, pengembangan sistem akan diarahkan pada penambahan fitur selain bobot.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada CV Javamas Agropos dan Laboratorium Instrumentasi dan Kontrol, Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Universitas Gadjah Mada yang telah menyediakan akses penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lazuardi A. P. and Rifa'i I. N., "Rancang Bangun Sistem Konveyor Penimbang," Universitas Gadjah Mada, Sleman, 2018. [Online]. Available: <http://etd.repository.ugm.ac.id/>
- [2] Ariyaya I M. N., "Rancang Bangun Alat Konveyor Untuk Sistem Soltir Barang Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO," *Jurnal Resistor*, vol. 2, no. 2, pp. 126–135, 2019, doi: 10.31598/jurnalresistor.v2i2.363.
- [3] E. Damayanti and A. Saptaji, "Penerapan Load Cell Pada Mesin Penggoreng Kerupuk Otomatis Berbasis Arduino UNO & PLC," vol. 18, no. 1, 2024, Accessed: May 07, 2024. [Online]. Available: <https://ejournal.poltektedc.ac.id/index.php/tedc/article/view/775>
- [4] Opto 22, "I/O for the IIoT," 2020. [Online]. Available: www.opto22.com
- [5] C. R. M. Silva and F. A. C. M. Silva, "An IoT Gateway for Modbus and MQTT Integration," in *2019 SBMO/IEEE MTT-S International Microwave and Optoelectronics Conference, IMOC 2019*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Nov. 2019, pp. 1–3. doi: 10.1109/IMOC43827.2019.9317637.
- [6] A. Gavlas, J. Zwierzyna, and J. Koziorek, "Possibilities of transfer process data from PLC to Cloud platforms based on IoT," in *IFAC (International Federation of Automatic Control)*, Elsevier B.V., Jan. 2018, pp. 156–161. doi: 10.1016/j.ifacol.2018.07.146.
- [7] M. Tyrovolas and T. Hajnal, "Inter-communication between Programmable Logic Controllers using IoT technologies: A Modbus RTU/MQTT Approach," *arxiv*. doi: 10.48550/arXiv.2102.05988.
- [8] C. Überall, M. Bartholet, and R. Khudaybergenov, "Smart & automated production based on MQTT," in *2021 International Conference on Smart Applications, Communications and Networking (SmartNets)*, 2021, pp. 1–6. doi: 10.1109/SmartNets50376.2021.9555408.
- [9] B. S, C. Khusi, R. R, S. Maity, and M. M. Kumar, "IoT Based Sorting Machine Using MQTT Protocol and MySQL," in *2021 International Conference on Artificial Intelligence and Machine Vision (AIMV)*, 2021, pp. 1–6. doi: 10.1109/AIMV53313.2021.9670950.
- [10] Q. Zhou and J. Shen, "Low temperature plasma sterilization intelligent control system design based on PLC and cloud platform," in *2023 3rd International Symposium on Computer Technology and Information Science (ISCTIS)*, 2023, pp. 834–838. doi: 10.1109/ISCTIS58954.2023.10213211.
- [11] F. Wu, Z. Miao, and C. He, "Remote Monitoring System for Intelligent Slaughter Production Line Based on Internet of Things and Cloud Platform," in *2020 11th International Conference on Prognostics and System Health Management (PHM-2020 Jinan)*, 2020, pp. 538–542. doi: 10.1109/PHM-Jinan48558.2020.00104.
- [12] N. Rothong, P. Chinakunwiphat, S. Chainoi, and B. Butsanlee, "Design of PLC-Integrated Object Detection for Categorizing Conveyor," in *Research, Invention, and Innovation Congress: Innovative Electricals and Electronics (RI2C)*, 2023. doi: 10.1109/RI2C60382.2023.10356010.
- [13] "AVIA SEMICONDUCTOR 24-Bit Analog-to-Digital Converter (ADC) for Weigh Scales DESCRIPTION." Accessed: May 10, 2024. [Online]. Available: https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf
- [14] Nathan Seidle, "HX711 Load Cell Amplifier."

- [15] N. R. Aryaputra, J. Hendry, H. N. Isnianto, and A. N. B. Mukti, "Development of STM8 and Kalman Filter Based Heater Controller for Tissue Processor Machine," in *Electronics, Power, Communication, Control, and Instrumentation Symposium*, 2024.
- [16] I. B. Setyawan, A. K. Huda, F. H. Nashrullah, I. D. Kurniawan, S. I. Frans, and J. Hendry, "Noise Removal in The IMU Sensor Using Exponential Moving Average with Parameter Selection in Remotely Operated Vehicle (ROV)," in *2022 8th International Conference on Science and Technology (ICST)*, 2022, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICST56971.2022.10136259.
- [17] H. Ochiai, M. D. Hossain, P. Chirupphapa, Y. Kadobayashi, and H. Esaki, "Modbus/RS-485 Attack Detection on Communication Signals with Machine Learning," *IEEE Communications Magazine*, vol. 61, no. 6, pp. 43–49, 2023. doi: 10.1109/MCOM.002.2200553.
- [18] Haiwell, "Haiwell Programming Software," http://en.haiwell.com/download/list-Programming_Software.html.
- [19] H. Shah, S. Zulfikar, and A. Bhutto, "Node.js Challenges in Implementation," *Article in Global Journal of Computer Science and Technology*, 2017, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/318310544>